

电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用研究

季清声

西岔电灌工程水利管理局，甘肃兰州，730299；

摘要：电气工程自动化设备是工业生产、能源供应、基础设施运行的核心支撑，其运行稳定性直接决定生产效率与安全水平。随着设备复杂度提升与运行环境多样化，传统故障诊断方式已难以应对“快速定位、精准排查、提前防控”的需求，故障诊断技术逐步向数字化、智能化方向升级。本文围绕电气工程自动化设备故障诊断技术展开分析，先阐述技术应用的核心价值，再梳理当前技术研究与应用中的突出短板，最后从技术优化、应用适配、体系完善三方面提出推进策略，旨在推动故障诊断技术充分发挥效能，保障电气工程自动化设备稳定、高效运行。

关键词：电气工程；自动化设备；故障诊断技术；技术优化；应用适配

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.082

引言

电气工程自动化设备，靠电子、机械、控制等多领域技术结合，能自动管控生产和运行过程，在电力系统、制造业、建筑工程等很多领域都用得很广。这类设备常年处在高负荷、多干扰的环境里，容易出故障。比如部件用久了老化、参数变偏了、受外部冲击了，都可能让设备出问题。要是故障没及时发现、处理，不仅会让设备停机、生产停下，还可能引发安全事故，造成经济损失。以前给这类设备查故障，大多靠人巡检，等坏了再拆开来找问题，有很多缺点：效率低、找不到准确故障位置、容易漏掉没爆发的隐患。人没法实时盯着设备内部的核心参数，坏了之后只能一个部件一个部件查，停机时间变长；而且没法提前看出部件要老化、参数要异常，只能等坏了再修，满足不了设备“一直稳定转”的需求。现在，传感、大数据、人工智能这些技术发展快，电气工程自动化设备的故障诊断技术也在不断更新，慢慢能做到“实时监测、智能分析、提前预警”。清楚这种诊断技术的用处、解决它在研究和使用的不足、找到推进的方法，对提高设备管理水平、保证各个领域生产稳定运行，都很关键。

1 电气工程自动化设备故障诊断技术应用的核心价值

1.1 提升故障诊断效率，减少停机损失

这种故障诊断技术，最核心的用处就是打破传统人工查故障的效率瓶颈，能快速认出故障、找到故障位置，大大缩短设备停机时间，减少相关损失，主要体现在两

点。一方面，能实时查故障，不让故障悄悄扩散。在设备的关键部件上，比如电机、传感器、控制器，装专门的传感设备，实时收集设备运行的参数，像温度、转速、电压、电流这些。再通过数据传输技术，把这些参数实时传到诊断系统里，系统会同步盯着参数变化。一旦参数超出安全范围，就立刻报警，不用人去巡检，就能快速发现故障，避免故障藏着扩散，最后导致设备停机。另一方面，能准确找到故障位置，缩短维修时间。诊断技术会把设备当前的运行参数和以前的故障数据合在一起，建一套参数关联分析的逻辑。根据异常参数的类型、数值怎么变，就能准确判断故障出在哪个部件上——比如电机温度异常，就是轴承磨损了；电压忽高忽低，就是线路接触不好了。甚至能说清故障原因和严重程度，不用把部件一个个拆下来查，大大缩短找故障和后续修设备的时间，减少因为设备停机导致的生产中断、能源浪费等损失，让设备转得更有效率。

1.2 预判潜在故障，保障设备运行安全

电气工程自动化设备的故障，大多不是突然就坏了，而是从“参数有点异常”慢慢发展到“部件没法用”。故障诊断技术能提前看出没爆发的隐患，从“坏了再修”变成“提前防”，保证设备安全运行，主要体现在两点。一方面，能准确预判潜在故障。诊断系统靠大数据分析技术，把设备从用开始到现在的所有运行数据都合起来，比如部件用了多少年、参数有没有波动、以前坏过几次，然后找出故障发生的规律。比如某类部件用到一定年限，参数就容易异常；在特定环境下，电压就容易波动。当

部件参数刚出现一点小异常,还没引发明显故障时,系统就能预判故障会怎么发展,提前认出潜在隐患,比如部件快要老化不能用了、线路快要短路了。另一方面,能预警和防控联动,把隐患消灭在萌芽里。系统预判出潜在故障后,会自动给运维人员发预警信息,说清隐患在哪个部位、发展得快不快、风险有多高,还会匹配对应的防控方案——比如提前换老化的部件、调整设备运行参数、改善周边的运行环境。运维人员能在故障发生前做好防控,不让故障扩大,避免出现设备损坏、火灾、触电这些安全事故,切实保证设备运行安全,也保护周边人员和财产安全。

1.3 优化设备运维,降低综合管理成本

以前给这类设备做运维,大多是“到固定时间就修”,容易出现两种问题:要么“修多了”,部件没坏就换了;要么“修少了”,故障没及时发现。故障诊断技术能靠准确的诊断和预判,优化运维方式,减少总的管理成本,主要体现在两点。一方面,能让运维计划更精准,不浪费资源。诊断系统根据设备实时的运行状态和预判的潜在故障,制定“需要修才修”的计划——只有部件出现异常,或者预判快要坏了,才安排检修和更换,不用再按固定时间修。这样能避免两种浪费:一是不用频繁安排人拆修没故障的设备,省人力和时间;二是不用存太多备件,只针对可能坏的部件提前买,省备件库存的钱,也避免没坏的部件被换掉,减少浪费,同时还能减少因为修少了导致的故障维修成本。另一方面,能延长设备用的时间,减少换设备的钱。通过实时监测设备运行参数,能及时发现参数异常导致的部件损耗,比如电压太高会加速电机老化,运维人员能及时调整参数、改善运行环境,减少部件非正常损耗;同时,提前换掉快要坏的部件,能避免故障扩散,导致其他关联部件也坏了一——比如电机轴承坏了没修,导致电机定子、转子也坏了。这样能延长设备整体的使用寿命,减少买新设备的大额投入,最终做到“运维精准、成本最低”。

2 电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用

的现存短板

2.1 技术自身存在局限,诊断精准度不足

诊断准不准,是这类技术的关键,但目前技术本身有局限,准度和可靠性不够,没法应对复杂设备的需求,容易误判、漏判。一方面,不会把多个参数放在一起分析,

应对不了多因素引发的故障。设备运行参数多,电压、电流、温度、转速等,还互相影响——比如电压不稳会让温度升高、转速变快。但有些诊断技术,只能单独看一个参数,不会关联分析。要是故障由多个参数一起导致,或者一个参数异常是另一个引起的,就容易判断错:要么把多原因故障归为一个,要么没找到问题根源,后续故障还会反复。另一方面,抗干扰能力差,环境影响会导致判断错。设备多在强电磁、多粉尘、潮湿的环境里运行,这些环境会干扰数据采集:电磁会让电压、电流数据不准,粉尘会挡着传感器让温度测不准,潮湿会让数据断更或出错。但有些诊断技术,没做好抗干扰——没选抗干扰的传感器,也不会区分“真异常”和“环境干扰的假异常”,直接用错数据判断,要么没故障却报警,要么有故障没发现,可靠性变差。

2.2 技术与设备适配性差,应用范围受限

不同类型、品牌、年限的设备,结构、参数标准、数据传输方式都不一样,对诊断技术的适配性要求高。但目前技术和设备适配差,推广不开。一方面,技术通用性差,只能适配一种设备。多数诊断技术是针对某一品牌、型号的设备研发的,接口、参数阈值、判断逻辑都只适合这一种设备。要用到其他设备上,得重新改接口、调参数,甚至重新研发,又花钱又费时间,还容易不稳定,没法在工厂、变电站等多设备场景推广,只能用在单一设备上。另一方面,老旧设备没法适配。很多用了10年以上的老设备,没留传感器安装孔、数据接口,也不支持新诊断系统的传输方式,传感器装不上、数据传不进去;而且老设备的参数标准和新技术不匹配,比如老电机温度阈值是90℃,新技术默认85℃,直接用会判断错,老设备只能继续靠人查故障,技术覆盖不到。

2.3 应用体系不完善,技术价值难释放

诊断技术要发挥作用,得有“技术-运维-管理”一套完整体系支撑,但目前体系有短板,技术价值发挥不出来。一方面,诊断和运维脱节。多数时候,诊断系统只负责发现故障、发预警,和运维没联动:预警信息要靠人传给运维团队,再手动做维修计划、调备件,容易信息滞后、传错,比如预警10分钟就发了,运维2小时才到现场,隐患已变成故障;甚至备件调错,没法及时修,技术的效率优势没转化成实际效果。另一方面,没统一的技术和管理规则,跨区域、跨场景没法协同。

不同地方、不同场景的技术标准不一样,比如同样电机,有的温度阈值设 80℃,有的设 85℃,设备跨区域用或联合运维时,数据没法互通,没法一起处理故障;而且没统一的管理流程,有的地方要求预警 2 小时内响应,有的没要求,部分场景还来不及更新技术,设备升级后技术跟不上,慢慢失效,技术价值没法释放。

3 电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用推进策略

3.1 优化技术核心能力,提升诊断精准度

突破技术局限,重点强化“多参数一起分析”和“抗干扰”能力,让诊断更准、更可靠。一方面,研究多参数关联诊断技术,建“多参数融合分析模型”。把设备的电压、电流、温度、转速等核心参数都整合进来,找出参数间的关系——比如电压不稳会让温度升多少,转速异常和轴承磨损有啥关联。故障发生时,模型会把这些参数放一起分析,排除单一参数异常的干扰,准确判断故障原因和位置,不再误判、漏判。另一方面,提升技术抗干扰能力。造传感器时,就做好防护:加电磁屏蔽罩防电磁干扰,装防尘防水外壳防粉尘、潮湿,减少环境对数据的影响;同时,在诊断系统里加“干扰数据识别模块”,用算法认出那些突然乱变、没道理的数据,把它们删掉,只靠靠谱的数据判断故障,避免没故障报警、有故障不报的问题,让技术更可靠。

3.2 强化技术与设备适配,扩大应用范围

针对技术和设备适配差的问题,从“提升通用度”和“适配老设备”两方面做,让更多设备能用得上。一方面,推动诊断技术通用化研发。研发前先定统一标准:统一参数采集的精度、单位,统一数据传输的协议,统一传感器接口的尺寸和规格。按这个标准做出来的诊断系统,能兼容不同品牌、型号的设备——传感器随便装,数据直接读,不用改接口、转格式,降低多设备场景(工厂、变电站)的应用成本,实现“一套系统,多设备能用”。另一方面,给老设备做适配方案。老设备没接口,就做“外置、不接触的传感器”,吸在或卡在设备上,用红外等技术隔空采数据;老设备参数标准不一样,就做“参数转换模块”,把老设备的参数格式、单位,转成诊断系统能认的,让老设备也能接入系统,不再只覆盖新设备,扩大应用范围。

3.3 完善应用体系,释放技术价值

建“诊断-运维-管理”一套完整的体系,让技术价值真正发挥出来,重点做两点。一方面,搭“诊断-运维-备件”联动平台。把诊断系统、运维系统、备件系统合在一起,数据互通、流程自动转:诊断系统发预警,平台马上推给运维人员,同时查备件库存、找最近的人,规划好路线,生成检修计划;运维人员按计划修,修完把结果录进去,反馈给诊断系统,形成闭环,不用再靠人传信息、手动做计划,技术的效率优势能真正变成运维效果。另一方面,定统一的技术和管理规则。先定统一技术标准:明确不同设备的参数阈值、预警等级;再定统一运维流程:规定故障多久内响应、多久修好、备件怎么调。同时,定期评估技术和设备适配情况,设备升级了,技术也同步更新,确保跨区域、跨场景能一起干活,技术一直有效,价值充分释放。

4 结语

电气工程自动化设备故障诊断技术,是保障设备稳定运行、提升运维效率、降低管理成本的核心技术支撑,其应用价值不仅在于快速识别与定位故障,更在于提前预判隐患、优化运维模式,解决传统诊断方式的短板。当前,技术研究与应用虽面临诊断精准度不足、设备适配性差、应用体系不完善等问题,但通过技术核心能力优化、设备适配性提升、应用体系完善,可逐步突破这些瓶颈,充分释放技术价值。未来,随着人工智能、物联网技术的持续迭代,电气工程自动化设备故障诊断技术将向“全自主诊断”“智能决策执行”方向发展——系统可自主完成故障识别、定位、预判,甚至实现简单故障的远程自动修复,进一步提升诊断效率与精准度。唯有持续推进技术研究与应用优化,才能让故障诊断技术更好适配电气工程自动化设备的发展需求,为工业生产、能源供应、基础设施运行提供更坚实的稳定保障。

参考文献

- [1]于双江.电气自动化设备故障预防及检修方法研究[J].南方农机,2020,51(19):188-189.
- [2]郭川.电气自动化控制设备故障预防与检修技术的应用研究[J].冶金管理,2021,(15):45-46.
- [3]张晓春.电气自动化控制设备常见故障的维修及预防[J].中国设备工程,2024,(15):193-195.